المجموعة العلمية للصغار

عالم الفلك

الضَّوْءُ



إعداد الدكتور
محمد حسني مصطفى

مراجعة
أحمد عبد الله فرهود



منشورات

دار القلم العربي بحلب

الطبعة الأولى

١٤١٩ هـ - ١٩٩٩ م

عنوان الدار

سورية - حلب - خلف الفندق السياحي

شارع هدى الشعراوي

هاتف : ٢٢١٣١٢٩ ص . ب : / ٧٨ / فاكس : ٢٢١٢٣٦١ ٢١ - ٠٠٩٦٣

عـــالـم الفلــك

(٥)

((الضّــــــــــوء))

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ الحَمْدُ للهِ الّذي خَلَقَ السَّمواتِ والأرضَ وجعَلَ الظلماتِ والنُّورَ ﴾
الأنعام ١

﴿ هو الذي جعل الشمسَ ضياءً والقمرَ نوراً ﴾ يونس ٥

﴿ قل هل يستوي الأعمى والبصيرُ أم هل تستوي الظلماتُ والنُّور ﴾
الرعد ١٦

﴿ ألم ترَوْا كيف خَلَقَ اللهُ سَبْعَ سمواتٍ طباقاً ۞ وجعل القمرَ فيهنَ نوراً وجعل الشمسَ سراجاً ﴾ نوح ١٥ – ١٦

﴿ الله نُورُ السَّموات والأَرْض مَثَلُ نُوْرِه كمِشْكاةٍ فيها مِصْباحٌ المِصْباحُ في زجاجةٍ الزُّجاجةُ كأنَّها كوكبٌ دُرِّيٌّ يُوْقَدُ مِنْ شجرةٍ مباركةٍ زيتونةٍ لاشَرْقيَّةٍ ولا غربيَّة يكادُ زيتُها يُضِيءُ ولو لم تمسَسْه نارٌ نُوْرٌ على نور يهدي اللهُ لنوره مَنْ يشاءُ ويضربُ اللهُ الأمثالَ للناسِ واللهُ بكل شيْءٍ عليمٌ ﴾ النّوْر ٣٥

﴿ وهو الذي خَلَقَ اللّيْلَ والنّهارَ والشّمْسَ والقمرَ كلٌّ في فلَكٍ يَسْبَحُون ﴾
الأنبياء ٣٣

﴿ وآيةٌ لهم الليلُ نسلَخُ منه النَّهارَ فإذا هم مُظْلمون ﴾ يس ٣٧

﴿ قل أرأيتمْ إنْ جَعلَ اللهُ عليكم الليل سَرْمَداً إلى يومِ القيامة مَنْ إلـهٌ غيرُ الله يأتِيكم بضياء أفلا تسمعون ﴾ القصص ٧١

الضوء من أبرز عناصر الطّاقة

لعلَّ الضوءَ أهمُّ عناصرِ الطّاقة ، لا لتوقُّفِ الإبصارِ عليه فحسب ، ولكنْ لأنّ حياةَ النّبات كلها متوقّفة عليه ، وعلى حياة النبات تتوقّف حياةُ الحيوان .

خـواصّ الضَّـوْء

١- خفاء الضَّوْء :

مما ينبغي التنبُّهُ إليه أنّ الضَّوْء نفسَه لايُرَى ، وإنّما الذي يُرَى هو الأشـياءُ التي تعكسُه . ولو لم يكن على سطح الأرض وفي الجوّ ما يعكس ضوءَ الشمس لما كان هناك نهارٌ .

ذلك أنَّ الضَّوْءَ ما هو إلا اهتزازاتٌ أثيريّة ، والأثيرُ نفسُه لايُرَى .

ولو تصـوَّرَ الإنسـانُ أنّـه صعِـد في النهـار حتـى خـرج عـن جـوّ الأرض ، وفارَقَ غلافَها الهوائيَّ لوجدَ نفسَه في ظلام حالكٍ أمـام جسـم مُنـير هـو الأرضُ ، ولرأى الغلافَ الهوائيَّ بادياً كما يبدو مسار الضـوء إذا دخـل مـن كـوَّة في قاعـةٍ مظـلمة ؛ لاِنْعكاسِ الضَّوْء عن الهباء الّذي فيه .

وإذاً فالإنسانُ لايرى ضَوْءاً ولكن يَرى مُضيئاً ، فكـأنّ كـلَّ جسـم مرئـي هو إلى حدّ ما جسْمٌ مُضِـيءٌ . إلا أنّ الأجسـامَ المرئيَّـةَ تنقسـمُ إلى مـا هـو مضـيْءٌ بذاته ، وهو الذي تتولّدُ الأشعّةُ فيه ، كالشمس ، وكلّ جسـم محـترق ، ومضـيء بالوساطة ، وهو الذي لايتولّد منه ضوءٌ ، وإنما يأتيه الضوء من غيره ، ثم ينعكس عنه .

٢- استقامـة مَسير الضَّوْء :

لايسـير الضـوء في الوسـط المتجـانس إلا بخـطّ مسـتقيم . ويُـرادُ بالوسَـط المتجانِس كلُّ وسَطٍ شفَّافٍ متشابه الأجزاء كالهواء والماء والزجاج .

ولاستقامة مسير الضوء نتائجُ عدّة :

أ- النتيجة الأولى اختفاءُ المُضيء إذا قام بينه وبين العين جسم يحول بين أشعته وبين الوصول إلى العين عن طريق مستقيم .

ب- ومن نتائجِ استقامةِ مسيرِ الضوء الظِّلالُ . والظّلّ هو مكانٌ خالٍ من الضوء في سطح مُضَاء ، وخلُوُّه راجعٌ إلى وقوع الأشعّة على جسمٍ حاجبٍ في طريقها إليه (١) .

وظِلالُ الأجسامِ تدور على سَطْح الأرْض بدوران الشمس الظاهري في السماء من المشرق إلى المغرب ، وتختلفُ مواضعُها لا باختلاف ساعات النهار فحسب ، ولكنْ أيضاً باختلاف الفصولِ .

هذا الظّلُ الدائر الذي ينسَخُ مواقع أشعّةِ الشمس يُسَمّى فيئاً .

فهو إذا جُرّد عن حركته ظِلٌّ . وإذا لُوحظت فيه حركته فهو فَيْءٌ .

وظِلّيَتُهُ المجرَّدة راجعةٌ إلى مقْدِرَةِ الأجسام على حَجْبِ أشعّة الشَّمْس ، وإلى استقامة هذه الأشعّة .

وفيئيّتُه أو حركته الظّلّية راجعةٌ في صميمها إلى حركة الأرض حول نفسها أمام الشمس .

والأمران لايقعان إلاّ طِبْقَ قوانينَ مقدّرةٍ ، وإليهما جميعاً تَلْفِتُ الآيةُ الكريمة : ﴿ أولم يَرَوا إلى ما خَلَقَ اللهُ من شيء يتفيأ ظلاله عن اليمين والشمائل سُجَّداً للهِ وهم داخرون ﴾ سورة النحل ٤٨

(١) على أنّ الظلّ الحالك نادر ، إذْ غالبا ما ينعكس الضوء إلى الظلّ من الأجسام المجاورة ، أو ينكسر الضوء إلى الظّلّ بوساطة الهواء .

وإلى الحركة النّسْبية بين الأرض والشمس ، وما تلحقه بالظّلّ من تغيّر لفتتْ آيَتا الفُرْقان : ﴿ ألم ترَ إلى ربّك كيفَ مدّ الظّلّ ولو شاء لجعله ساكناً ثم جعلنا الشّمْسَ عليه دليلاً . ثم قبضْناه إلينا قبضاً يسيراً ﴾ الفرقان ٤٥-٤٦

٣- انعكاس الضوء :

وهو ارتدادُه عن السُّطوح المصقولة طبقَ قانونٍ خاص . ويشترط في السطح المصقول خلوُّه من النُّتوءات ، وأن يكون برّاقاً .

وقانون الانعكاسِ ذو شَطْرَيْنِ :

الشّطْرُ الأوّل : أن الشعاعَ الساقطَ والشعاع المنعكسَ ، والعمودَ على السَطْح العاكس من نقطة الانعكاس ، تقعُ كلُّها في مستوى واحد .

والشّطْرُ الآخر : أنّ زاويةَ السُّقوط تساوي زاويةَ الانعكاس .

٤- انكسار الضوء :

ينكسر الضوء عَنْ مَسِيره إذا خرج من وسط إلى وسط ، وقانون الانكسار ذو شطرين أيضاً :

الأول : أن الشّعاع السَّاقط والشعاع المنكسر والعمود على السطح الفاصل بين الوسطين عند نُقْطةُ الانكسار تكون كلها في مستوٍ أو مستوى واحد .

والآخرُ أنّ الانكسار يكون نحوَ العمودِ في الوسط الأكثف ، وبعيداً عن العمود في الوسط الأخفّ .

الموقع الظاهري للكواكب

يكسر الهواءُ الضوءَ حين يدخلُ إليه من فراغ ما وراء الطبقة الجَويَّة . ولما كانت الطبقة الهَوائية تزدادُ كثافتها شيئاً فشيئاً بالاقتراب من سطح الأرض ، فإنّ الضّوء يزداد انكساره نحو الأرض شيئاً فشيئاً بإيغاله في الطبقة الهوائية . وهنا لاتَميزُ العَيْنُ الانكسارَ ، فيبدو المضيءُ من كوكب أو قمر أو شمس أنه أعلى في السماء مما هو في الواقع ، لأنّ العين تبصره وكأنّه واقع على استقامة الأشعَّة الواصلة إليها . وتُسمَّى الزاويةُ التي يكون بها الموقعُ الظاهري أعلى من الموقع الحقيقي للكوكب بالانكسار الفلكي .

هذا الانكسارُ الفلكي ينمحي إذا كان الكَوْكَبُ في السَّمْت ، أي فوق الرأس ، لأنَّ الأشعة تكون عندئذ عموديةً ، فلا انكسار .

فإذا مال الكوكَبُ عندَ السَّمْت ازداد الانكسار الفلكي ، ويبلغ أقصى مداه عند الأفق في الشروق أو في الغروب .

إن الفَرْق بين المَوْقع الظَّاهري والموقع الحقيقيّ للقمر أو الشمس عند الأفق في الشُّروق أو الغروب يكون كبيراً إلى حدّ يجعلنا نرى الشمسَ والقمرَ قبل شروقهما الحقيقيّ ، وبعد غروبهما .

فإذا بدتْ لنا الشمسُ عند الغروب كأنّ قرصَها أخذ يتوارى وراءَ الأفق تكونُ الشمس في الحقيقة قد تمّ تَوارِيْها وتمّ غروبها ، وإنّما نظَلُّ نراها لانكسار الأشعّة المصعدِة في الجو ، فتصل إلى العين بوساطة فعل الغلاف الهوائي الأرضي .

وهذه الظَّاهرة ذات علاقة بتحديد مواعيد الإفطار في رمضان .

فالّذي يظنّ أنَّ قرصَ الشمس البادي بعد الغروب هو عين الشَّمْس يُؤَخِّرُ إفطارَه ، مع أنَّ الوقتَ دخلَ .

السَّفَرُ

هو بقيّةُ ضَوْءُ النَّهار الذي نبصرُهُ بعد غروب الشمس ، وقبل هجوم الظَّلام . وهذا راجعٌ إلى تأثير الطبقة الهوائية الجويّة ، فهي تكسر إلى سطح الأرض ما يدخلُها من أشعّة الشمس بعد الغروب ، وما فيها من الغبار والبخار يشتّتُ تلك الأشعّة هنا وهنالك فيبصرُ الناسُ إلى أن ينقطعَ الضوءُ الداخلُ جوَّ الأرض بابتعاد الشمس بُعْداً كافياً عند الأفق .

ومثل السَّفَرِ في ذلك الفَجْرُ ثم الصَّباح .

لكن الكواكبَ التي لاجوَّ لها - كالقمر - لاسفرَ فيها ، ولافَجْرَ ، ولاصباح : يعمُّها ليلُها فجأة ، كما يعمّها نهارُها فجأة ، ولاوسط بين الاثنين .

ضوء الشمس

مَنْ يَنْظُرْ إلى ضَوْءِ الشَّمْس يحسبْه بسيطاً ، ويسمِّه أبيض أو أبيض مشوباً بصُفْرة قليلة . مع أنه في حقيقته ليس ببسيط ، بل هو مركّب من أضواءِ ذواتِ ألوان مختلطة على نحو تبدو بهذا اللون .

هذه الألوان التي تُسمَّى بطَيْف الشمس منطوية على : الأحمر ، فالبرتقالي ، فالأصفر ، فالأخضر ، فالأزرق ، فالنّيلي ، فالبنفسجي .

وفَصْلُ الضوء الأبيض إلى عناصره يُسَمّى بالتّشْتيت أو التفريق .

قــوسُ قـــزح

إذا خرجْتَ ذاتَ يوم إلى الحقول صَباحاً ،والنَّدى لايزال يترقْرَقُ على الأوراق ، رأيتَ أنَّ أشعةً من النُّور البهيّ تنبعثُ من قطرات النَّدى في ضوء الشمس ، إذا وقفتْ من القطرة موقفاً خاصّاً .

ولو لبثْت بُرْهةً في ذلك الموقف من القَطْرة وحرّكْت عينَك قليلاً إلى اليمين أو إلى اليسار لرأيتَ القَطْرة تلمع وتتقلَّبُ في ألوان شتّى ، وكلّما حرّكْتَ رأسك إلى موضع مناسب رأيتَ لوناً لم ترَه من قبل . وكلُّها لا تخرج عن ألوان الطَّيْف ، لأنَّها ناشئةٌ بالفعل عن تحلُّلِ الضوء إلى ألوانه بفعل قطرات الندى .

وقطَراتُ الندى ليستْ بِدْعاً في هذا ، فكلُّ قطرةٍ مائيّة يخترقها شعاعٌ تحلله ، وإذا اخترقها على زاوية مناسبة انعكست الأضواء الطَّيفيّة عن سطح القطرة الخلفي ، فإذا أصابتْ عينَ راءٍ ظهرَ له طَيْفُ الشُّعاع .

وهذا يحدُثُ سواء أكانتْ القطرة على الأرض أم في الهواء .

فإذا كان الهواءُ مملوءاً بالقطَراتِ كما يحدُث عند المطر ، ووافقَ ذلك شَمْساً طالعةً أو مُرْسِلةً أشعَّتَها من فرْجات السَّحاب ، فإنّ كلَّ قطرةٍ من قطرات المطر يصيبُها شعاع من الشمس تُفَرِّقُه إلى ألوانه .

والقطراتُ الواقعةُ على دوائر خاصّة مُتَّحدة المركز في الجوّ تبدو طيوفُها الجزئيّةُ متجاورةً متلاصقة ، وتكون على شكل قوس يقابلُ الدائرةَ التي تجمع مواقعَ القطرات في الجوّ .

هذا القوسُ أو الطيفُ الكُلّيُّ للأشعَّةِ الساقطة علىدائرة قطرات الماء هو الذي يراه الناس أحياناً ويسمّونه قوس قزح .

وشرط رؤيتنا لقوسِ قزح أن تكونَ الشمسُ خَلْفَنا ، ويتوقّفُ شكل القوس الذي نراه على ارتفاع الشَّمْس ، فإذا كانت الشمس عند الأفق بدا القوسُ نصفَ دائرة ، وإذا كانت فوقَ الأفق بقليل بدا أقلَّ من ذلك ، حتى إذا بلغ ارتفاعُ الشمس (٤٢°) اختفى القوس . فالقوسُ لاتمكن رؤيتُه إذاً إذا كان ارتفاع الشمس (٤٢°) أو أكثر .

حُمْرَةُ الشَّفق

تَرْجِعُ حُمْرَةُ الشَّفق إلى تفريق الضَّوْء بقطيرات الماء الدقيقة في الهواء ، وقلّة انكسار اللون الأحمر وما إليه ، وأشعَّةُ الشمس تنبعث في هذه الحالة مِنْ تحْت الأفق .

وألوانُ الشفق قد تضرب عَقِبَ الغروبِ إلى الخضرة أو البنفسجيّة . لكنّ اللَّوْنَ الأحمر هو الغالب .

هذا إذا كان في الغَرْب شيءٌ من السَّحاب ، أمَّا إذا لم يكن فحُمْرةُ الشّفق ترتدُّ إلى الغُبار والهَباء الدقيق المنبثّين في الهواء . هذا الهباء يغلب أن يكون قُطْرُ واحدته صغيراً بالنسبة إلى طول الموجة الحمراء ، كبيراً بالنسبة لطول الموجة الزرقاء فما فوقها .

فإذا مرّت الأشعةُ في طبقات الجوّ العليا بعد الغروب بهذا الهباء فإنّ الضوء الأحمر يمرّ عليه غير متأثّر به ، بينما تنقسم الأشعة الخضراء والزرقاء والبنفسجية إلى مويجات تتشتّت هنا وهنالك في السَّماء . وتكون النتيجةُ أنّ الضوء الشمسي يصفّيه الهباءُ والغبار من الأزرق وما إليه ، فلا يصل إلى الأرض

بالانكسار أو الانعكاس في الجو إلاّ الأحمر وما داناه . أما الأخضر فأحياناً يختفي وأحياناً يرى كما قد تُشَاهِدُ بعضه في الشَّفق بعد الغروب بقليل .

حُمْرَةُ الشَّمْسِ في الشُّرُوق والغروب

سببُ هذه الحمرة أنّ الأشعَةَ التي تخترقُ الجو في هذين الوقتين تُصفَّى من من أكثر عناصرها الضوئية الصغيرة المَوْجة ، بحيث يغلب على مايصل منها إلى الأرض ما كان كبيرَ الموجة كالأحمر والبرتقالي .

وتصفية الأشعّةِ من الزرقاء والبنفسجيّة وما إليهما راجع إلى شيئين :

الأوّل : قلّةُ الأشعّة الواصلة إلى سطح الأرض في ذيْنِك الوقتين .

والآخر : عِظَمُ المسافة الهوائيَّة التي تخترقُها تلك الأشعة القليلة الشديدة الميل .

زُرْقَةُ السَّـــماء

ترجع زُرْقة السماء إلى أن الضَّوء الأزرق والبنفسجي المتشتّت بفعل الهباء ودقيق بخار الماء بالصورة السَّالفة يصل بعضُه إلى الأرض ، وما يصل منه إلى أعلى الجوّ بالتشتّت أو الانكسار ينعكس إلى الأرض مرَّة أخرى انعكاساً كلّيّاً من الطبقات الهوائية العلوية المخلْخلَة ، فتبدو السماء زرقاء .

وهذا سببُ زُرْقة السَّماء بالنَّهار ، وطرفي الليل ، أما زُرْقَتُها وسطَ الليل فلأضواءِ الكواكب علاقةٌ كبيرةٌ بها .

طبيعة الضوء وسرعته

للعلماء في طبيعة الضوء نظريتان ، إحداهما تقول إنه جسيماتٌ غايةٌ في الدِّقَّة تامّةُ للمرونة .

والأخرى تقول إنّه موجات مستعرضة بالغة الصِّغرِ تقوم بالأثير .

وسرعة الضوء ١٨٦٠٠٠ميل في الثانية أو ٣٠٠٠٠٠ كم/ثا .

كيف يصدر الضوء ؟

إذا طبّقناطاقة خارجية (تيار كهربائي) على جملة ذرّيّة (مصباح كهربائي مثلاً) فسيحدث تسخين لذَرَّات تلك الجملة (ذرّات سلك المصباح) وستمتّص كلُّ ذَرَّةٍ [1] مقاديرَ محدّدةً من الطاقة المطبقة . وما تلك المقادير المحدّدة من الطاقة سوى الفوتونات الواردة التي تُثار بها الذَّرّة مؤدّية إلى انتقال بعض ألكتروناتها من مداراتها الطبيعيّة إلى مدارات أخرى أو أعلى منها . ويعود بعد فترة وجيزة كل ألكترون إلى مداره الطبيعي مُطْلِقاً الطاقة التي امتصّها بشكل فوتون ضوئي ذي لون محدد.

وتشكّل محصلّة الأضواء ذات الألوان المختلفة الصادرة عن مختلف الألكترونات النشطة حزام الضوء العادي .

---

(١) كل عناصر الكون المادّيّة تنقسم إلى قطع ، وكل قطعة يمكن أن تُقسم كذلك إلى ما هو أصغر منها حتى نصل إلى الجُزَيْء . وجزيءُ أيّ مادّة يحتوي على خواصّ مادّته الأمّ التي أتى منها ، وحجم الجزيء صغير جدّاً لايتصوّره ذهن ، لأنّ غرامين من غاز الهيدروجين يحتويان على مليون بليون بليون (10^{29}) جزيءمن غاز الهيدروجين .

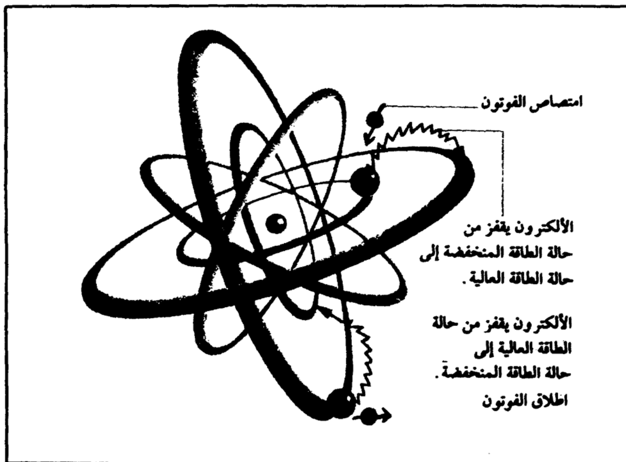
وإذا فكّكنا الجزيء إلى القطع الأساسية البنويّة المكوّنة له توصّلْنا إلى ما يُدْعى بالذّرات .

فالذّرّات هي القطع البنويّة الأساسية في تركيب جميع الموادّ في سائر الكون . وهي من الصغر بحيث إن نقطة واحدة مكتوبة بقلم رصاص على قطعة ورق تحتوي عدداً من الذّرّات تفوق عدد سكان الأرض من البشر . ومعروف أن الذَّرّة تتكوّن من نواة ، فيها بروتونات ونترونات . ويدور حول النواة جسيمات عنصريّة غاية في الصِّغَر والدّقّة هي الألكترونات .

ويتحدّد لون كل فوتون صادر بأرقام المدارات التي يقفز بينها الألكترون ، لأنّ لكل مدار طاقة معينة .

والفرق الطاقي (Δ قد) بين سويّتين هو طاقة الفوتون الصادر . أي :

Δ قد = قد (٢) − قد (١) = ثابت × التردّد (ن) .



إصدار الذّرّة للضوء

الفوتونات

يسيرُ الضوءُ مثل قطار من الأمواج ، وأحياناً يسير أو قل يتدفّق مثل وابلٍ من الجسيمات ، ومثال هذا التدفّق عندما يصطدم الضّوء بخليّة كهرضوئيّة تقوم بقذف ألكترون من سطحها المعدني ، فإن هذه الحزمة الضوئية تحتوي على نبع فيّاض أو نَهْر من الجسيمات الضوئيّة الصغيرة ، وكل جسيم من تلك الجسيمات يصطدم بالسَّطْح وتتركّز طاقته في نقطة الاصطدام وسيؤدّي الاصطدام مع الألكترون الموجود في تلك النقطة إلى اقتلاعه وقذفه خارجَ تلك النقطة من السطح .

هذا إذا كانت طاقة الفوتون تساوي طاقة ارتباط الألكترون بمداره ، عندئذ تكون سرعة الألكترون المقتلع صغيرة .

أما إذا كانت طاقة الفوتون أكبر من طاقة ارتباط ألكترون بمداره عندئذٍ تكون سعة الألكترون المقتلع صغيرة .

أما إذا كانت طاقة الفوتون أكبر من طاقة ارتباط ألكترون بمداره فإنّ الفرق بينهما يكتسبه الألكترون على شكل طاقة حركية ينطلق بها .

وهكذا تكون سرعة انطلاق الألكترون تابعةً لطاقة الفوتون الوارد . فكلّما كان الفوتون عاليَ التردُّد كانت طاقته أعلى ، وكانت الألكترونات المقتلعة به أنشط .

هذه الجسيمات الضوئية السابق ذكرها هي التي تُدْعى بالفوتونات .

وتنتشر الفوتونات بسرعة الضوء ، ولها طاقات تعتمد على أطوال موجاتها ، فكلّما كانت الفوتونات ذات موجه أقصر كانت طاقتها أكبر .

وزن الفوتـــون

هـذه الحُبَيْبـات الصغـيرة جـداً الـتي يتشـكل منهـا الضـوء ، لايزيـد وزن إحداها على ١/١٠ ^٢٧^ من الميلّيغرام . أي جزء من عشرة مضروبة بنفسها (٢٧) مرّة . (واحد من عشرة قوة ٢٧) .

وبتعبير آخر وزن الميليغرام الواحد يساوي الرقم (١) وعلـى يمينـه (٢٧) صفراً .

تغيّر اللون مع شدّة الحرارة

قال ﷺ فيما رواه الترمذيُّ وابن ماجه عن أبي هريرة رضي الله عنه :

((أُوقِدَ على النَّار ألف سنةٍ حتى احمرّت ، ثم أُوقد عليهـا ألـفَ سـنة حتى ابيضّت ،ثم أُوقِدَ عليها ألف سنة حتى اسودّتْ .فهي سوداء مُظْلِمة)) .

لو أتينا بقطعـةِ حديـد ، وسـخنّاها ، فإنّهـا تحمـرُّ ، فـإذا زدْنـا التَّسْـخين ، غدَتْ بيضاء ، سـيّالة ، وإذا زدْناه أيضـاً أضعافـاً فـإن الإشـعاع يـأخذ بـالميل إلى الاسوداد ، ثم يتبخرَّ .

وإذا استطعنا أن نحتفظ بالأبخرة في مكان محصور ثم رفعنـا حرارتهـا فإنهـا تسودّ لأن الإشعاع يسودّ في الحرارة العالية .

وكلّما ارتفعت الحرارة زاد الاسوداد .

وصدق عليه الصلاة والسلام .